

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

**0 133 982**  
**A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 84109029.3

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>: C 07 C 11/24, C 10 J 3/18

(22) Anmeldetag: 31.07.84

(30) Priorität: 26.08.83 DE 3330750

(71) Anmelder: CHEMISCHE WERKE HÜLS AG, - RSP  
Patente / PB 15 - Postfach 13 20, D-4370 Marl 1 (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung: 13.03.85  
Patentblatt 85/11

(72) Erfinder: Müller, Richard, Dr., Im Singelsen 24,  
D-4370 Marl (DE)  
Erfinder: Kerker, Lothar, Dr., Dechant-Wieling-Strasse 9,  
D-4408 Dülmen (DE)  
Erfinder: Peuckert, Cornelius, Dr., Oststrasse 48,  
D-4220 Dinslaken (DE)

(84) Benannte Vertragsstaaten: AT BE DE FR GB IT NL SE

(54) Verfahren zur Erzeugung von Acetylen und Synthese- oder Reduktionsgas aus Kohle in einem Lichtbogenprozess.

(57) Zur Herstellung von Acetylen und Synthese- oder Reduktionsgas aus Kohle mittels eines Lichtbogen- oder Plasmaverfahrens pyrolysiert man pulverförmig aufbereitete Kohle in einem ersten Lichtbogenreaktor bei einer Energiedichte von 1 bis 5 kWh/Nm<sup>3</sup>, einer Verweilzeit von 0,5 bis 10 msec und Temperaturen von mindestens 1500°C in der Weise, daß die aus der Kohle gewonnenen, gasförmigen Verbindungen das 1,8fache der sogenannten «Flüchtigen» der Kohle nicht übersteigen. Der nach dem Quenchen zurückbleibende Koks wird dann einem zweiten Lichtbogenreaktor zugeführt, in dem der Koks mittels eines Vergasungsmittels und Aufheizen mittels eines Lichtbogen- oder Plasmaverfahrens bei einer Verweilzeit von 1 bis 15 sec und einer Temperatur von mindestens 800°C zu Synthese- oder Reduktionsgas umgesetzt wird. Der Gasstrom aus der Pyrolysezone wird gereinigt und aus diesem das Acetylen durch selektive Lösungsmittel gewonnen. Das Gas aus der Vergasungsstufe wird gegebenenfalls abgekühlt und gereinigt.

EP 0 133 982 A2

- RSP PATENTE -

Verfahren zur Erzeugung von Acetylen und Synthese-  
oder Reduktionsgas aus Kohle in einem Lichtbogenprozeß

Angesichts der zukünftig zu erwartenden Verknappung  
an fossilen Rohstoffen gewinnen Verfahren an Interesse,  
die das Einkoppeln elektrischer Energie, die auch auf  
nicht fossiler Basis, wie Kernkraft oder regenerativen  
5 Quellen, wie Wasserkraft und Solarenergie gewonnen werden  
kann, in energieverbrauchende Prozesse ermöglichen.  
Wird diese Energie bei hohen Temperaturen benötigt, so  
sind Lichtbogen- oder Plasmaprozesse besonders geeignet.  
So ist die Erzeugung von Acetylen aus gasförmigen und  
10 flüssigen Kohlenwasserstoffen schon seit Jahren bekannt  
und wird großtechnisch betrieben (Gladisch, Hydrocarbon  
Processing, Petroleum Refiner 41, Nr. 6, 159 bis 164  
(1962). Bei diesem Verfahren kann etwa 50 % des Bedarfs  
an fossilen Rohstoffen gegenüber vergleichbaren  
15 Prozessen, die ganz auf fossiler Basis beruhen, wie z. B.  
der partiellen Oxidation, eingespart werden.  
In den letzten Jahren sind Entwicklungsarbeiten begonnen  
worden, um auch aus Kohle in einem Lichtbogen- oder  
Plasmaverfahren Acetylen herzustellen (D. Bittner,  
20 H. Baumann, C. Peuckert, J. Klein, H. Jüntgen, Erdöl  
und Kohle Erdgas-Petrochemie 34, Heft 6, 237 bis 242  
(1981).

Eine weitere Reaktion, bei der Plasmaverfahren Anwendung  
25 gefunden haben, ist das Reformieren von Kohlenwasser-  
stoffen oder Kohle mittels eines Vergasungsmittels, wie  
Wasserdampf oder Kohlendioxid zu einem Gasgemisch, das  
überwiegend aus CO und H<sub>2</sub> besteht und in der chem.  
Industrie als Synthesegas bzw. in der metallurgischen  
30 Industrie als Reduktionsgas breite technische Anwendung  
findet.

Auch hier kann durch Einsatz des Lichtbogenverfahrens ca. 50 % des direkten Bedarfs an fossiler Energie eingespart werden.

5 Bei der Pyrolyse von Kohle im Plasmaverfahren können wesentlich größere Mengen an flüchtigen Kohlenwasserstoffen aus der Kohle gewonnen werden, als bei den üblichen Verkokungsprozessen. Ein Maß für den Anteil der üblicherweise gewinnbaren Verbindungen ist der  
10 unter genormten Bestimmungsverfahren ermittelte Gehalt an sogenannten "Flüchtigen" der Kohle. Bei der Plasma-pyrolyse läßt sich eine bis etwa zum Faktor 2 höhere Ausbeute an flüchtigen Verbindungen gewinnen, als die "Flüchtigen" der Kohle ausweisen. Hierbei bestehen diese  
15 Verbindungen überwiegend aus  $C_2H_2$  und CO. Als Rückstand bleibt Koks zurück. Dennoch fallen damit bei der technischen Durchführung noch ca. 1 bis 2 t Koks/t  $C_2H_2$  an, der entsorgt werden muß. Wird dieser Koks in Kraftwerken verbrannt, so wird dadurch bis zu 50 % des elek-  
20 trischen Energiebedarfs für die Acetylenherzeugung, der bei ca. 10 kWh/kg  $C_2H_2$  liegt, gewonnen. Damit geht aber ein großer Teil des Vorteils eines Lichtbogenverfahrens, nämlich die Einkopplung elektrischer Energie auf nicht fossiler Basis, wieder verloren.

25 Es besteht also die Aufgabe, für den in einer Anlage zur Acetylenherzeugung aus Kohle im Lichtbogen- bzw. Plasmaverfahren anfallenden Koks eine Verwendungsmöglichkeit zu suchen, die sich gut in eine chem. Fabrik  
30 eingliedern läßt, und die eine optimale Einbindung insbesondere von auf nicht fossiler Basis erzeugter elektrischer Energie ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß entsprechend den  
35 Angaben der Patentansprüche gelöst.

Zu feinkörnigem Pulver, wie beispielsweise für Kohlestaubbrenner üblich ( $90 \% < 100 \mu$ ), aufbereitete Kohle wird zunächst in einer ersten Stufe in einem Lichtbogen- oder Plasmaverfahren bei einer Verweilzeit von 0,5  
5 bis 10 msec, vorzugsweise von 1,0 bis 2 msec und Temperaturen von mindestens  $1\ 500\ ^\circ\text{C}$ , vorzugsweise von  $1\ 500$  bis  $3\ 000\ ^\circ\text{C}$  zur Acetylenherzeugung eingesetzt. Der hierbei anfallende Koks wird abgetrennt und dann in einer zweiten Stufe unter Anwendung eines Licht-  
10 bogenverfahrens mit einem Vergasungsmittel bei einer Temperatur von mindestens  $800\ ^\circ\text{C}$ , vorzugsweise von  $800$  bis  $1\ 700\ ^\circ\text{C}$  und einer Verweilzeit von 1 bis 15 sec, vorzugsweise von 2 bis 6 sec, zu einem Reduktions- oder Synthesegas umgesetzt. Gegen ein solches Verfahren  
15 spricht jedoch die bekannte Tatsache, daß der sogar bei tieferen Temperaturen hergestellte Koks eine wesentlich geringere Vergasungsgeschwindigkeit hat als die Kohle, was auf den geringen Anteil an Flüchtigen, aber auch auf die "Sinterung" des Kohlenstoffgerüsts  
20 bei der Verkokungstemperatur von  $900$  bis  $1\ 200\ ^\circ\text{C}$  zurückzuführen ist.

So beschreiben z. B. H. Herlitz und S. Santen (Plasma-  
technology for Production of Synthesisgas from coal and  
25 other fuels, Seminar on Chemicals from Synthesisgas, ECI, 14.06.83) ein Lichtbogenverfahren zur Kohlevergasung, bei dem der Kohle in einem Schachtofen Koks zugesetzt wird, wobei der Koksumsatz nur 7 bis 10 % des Kohleumsatzes beträgt.

30 Da bei der Acetylenherstellung aus Kohle im Lichtbogenverfahren die Reaktion bei wesentlich höheren Temperaturen, über  $1\ 500\ ^\circ\text{C}$ , durchgeführt wird, bestand wenig Aussicht, daß der bei der Plasmapyrolyse anfallende Koks in technisch vertretbaren Verweilzeiten, die im  
35 Bereich von Sekunden liegen, mit einem Lichtbogenverfahren vergast werden kann.

Es wurde nun überraschenderweise gefunden, daß sich dieser Nachteil vermeiden läßt, wenn man die Pyrolysereaktion in einer ersten Stufe bei einer Energiedichte von 1 bis 5 kWh/Nm<sup>3</sup>, einer Temperatur von mindestens 1 500 °C und einer Verweilzeit von 0,5 bis 10 msec so durchführt, daß die Ausbeute an gasförmigen Verbindungen das 1,8fache der sogenannten "Flüchtigen" Bestandteile der Kohle, vorzugsweise das 1,1- bis 1,8fache, nicht übersteigt.

Das Verfahren wird anhand der Abb. 1 beschrieben.

Gemahlene, pulverförmige und getrocknete Kohle (Korngröße 90 % < 100 µ; (K)) wird mittels eines Fördergases, das höchstens Spuren an oxidierenden Bestandteilen enthält, beispielsweise Wasserstoff, CO, CH<sub>4</sub> oder andere gasförmige Kohlenwasserstoffe in einen Lichtbogenreaktor (1) eingedüst, der sowohl in ein- als auch zweistufiger Form betrieben werden kann.

Beim einstufigen Reaktor wird die Kohle mit dem Fördergas vom Lichtbogen direkt aufgeheizt, wohingegen beim zweistufigen Reaktor die Energie zunächst an ein Plasmagas übertragen wird und in der zweiten Stufe die Kohle mit dem Fördergas in den heißen Plasmastrahl eingedüst wird.

Als Einsatz ist prinzipiell jede Kohle geeignet.

Als Plasmagas sind H<sub>2</sub>, CO, Kohlenwasserstoffe, wie CH<sub>4</sub> oder andere gesättigte und ungesättigte Kohlenwasserstoffe und N<sub>2</sub> sowie deren Gemische geeignet.

Die Reaktionsbedingungen im Lichtbogenreaktor werden so gewählt, daß die Ausbeute an gasförmigen Verbindungen nicht mehr als das 1,8fache der flüchtigen Bestandteile beträgt. Die hierzu notwendigen Bedingungen können auf

5 vielfältige Weise eingestellt werden, die dem Fachmann geläufig sind. So kann z. B. nach der Dissertation von C. Peuckert (Aachen 1980) die Energiedichte des Plasmastrahls auf 1 bis 5 kWh/Nm<sup>3</sup>, vorzugsweise 2,0 bis 3,5 kWh/Nm<sup>3</sup> und damit dessen Temperatur auf mindestens

10 1 500 °C, vorzugsweise 1 500 bis 3 000 °C erhöht werden, um das Ausbringen an flüchtigen Bestandteilen aus der Kohle zu erhöhen. Andere dem Fachmann nahe-

15 liegende Maßnahmen sind die Erhöhung des Energieangebotes, bezogen auf die eingesetzte Kohle, beispielsweise von 1,0 auf 5 kWh/kg Kohle, die Erhöhung der Verweilzeit von 0,1 auf 10 msec, vorzugsweise 0,5 bis 5 msec, oder die Druckabsenkung von 1,3 bis 0,1 bar, wobei man bei einer längeren Verweilzeit eine niedrigere Energiedichte und Temperatur bevorzugt.

20 Nach der Reaktionszone wird die Reaktion durch ein direktes oder indirektes Quenchenverfahren, (2) wie z. B. Wasser, Flüssiggas oder einem Wärmeaustauscher wie einem Abhitzeessel mit Dampfgewinnung oder eine entsprechende Kombination unterbrochen.

25 Nach dieser Temperaturabsenkung, beispielsweise auf 150 bis 300 °C, wird der Koks abgetrennt (3) und das Spaltgas, das u. a. C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, CO und flüchtige S-Verbindungen wie H<sub>2</sub>S und CS<sub>2</sub> enthält, der weiteren Aufarbeitung zur Gewinnung

30 von Acetylen (A) (4) (5) z. B. nach dem Verfahren der DE-OS 31 50 340 (= US-PS 4 367 363) zugeführt. Das Acetylen gewinnt man aus dem Gasstrom durch selektive Lösungsmittel. Geeignete Lösungsmittel sind beispielsweise Wasser, Methanol, N-Methylpyrrolidon oder deren Gemische.

- Der in der Pyrolysezone erzeugte und in der ersten Gasreinigungsstufe im Gemisch mit anderen Gasen anfallende Schwefelkohlenstoff wird vorzugsweise der Vergasungszone zugeführt. Der bei der Pyrolyse anfallende Schwefel-
- 5 wasserstoff kann gemeinsam mit dem bei der Vergasung anfallenden Schwefelwasserstoff zu Schwefel (S) aufgearbeitet werden, beispielsweise in einer Clausanlage.
- Der Koks wird über geeignete Förderorgane, wie z. B.
- 10 Schnecken, mittels eines Fördergases und/oder Vergasungsmittels, das jetzt auch oxidierende Bestandteile, wie  $H_2O$  oder  $CO_2$  enthalten kann, oder nach Anmischung mit Wasser in einen weiteren Lichtbogenreaktor (6) eingebracht. Als Plasmagas sind  $H_2$ ,  $CO$ ,  $H_2O$  und/oder  $CO_2$  geeignet.
- 15 Bevorzugt setzt man als Plasmagas teilweise oder ganz ein Vergasungsmittel wie Wasserdampf, Kohlendioxid oder Gemische aus beiden ein. Vorzugsweise sollte das molare O/C-Verhältnis zwischen 1,1 und 1,5 liegen, insbesondere zwischen 1,1 und 1,2 liegen.
- 20 Dieser zweite Lichtbogenreaktor kann ebenfalls in ein- oder zweistufiger Form ausgeführt sein. Bei der zweistufigen Form, die z. B. in DE-OS 31 04 281 (= US-PS 4 362 554) beschrieben ist, kann der Plasmastrahl z. B. aus Wasserstoff, einem Kreisgas aus der Aufarbeitung, wie z. B.  $CO/H_2$ -Gemisch
- 25 oder einem Vergasungsmittel, wie z. B. Wasserdampf bestehen.
- Nach einer Verweilzeit von 1 bis 15 sec, vorzugsweise 2 bis 6 sec bei Temperaturen von mindestens 800 °C,
- 30 vorzugsweise 800 bis 1 700 °C, insbesondere 1 000 bis 1 500 °C, wird die Schlacke (Sl) (7) abgetrennt. Je nach Verwendungszweck wird ein Teilstrom abgezweigt und der restliche Gasstrom über einen Wärmetauscher (8) abgekühlt, wie aus den verschiedenen Verfahren zur Kohlevergasung
- 35 mittels Sauerstoff bekannt ist (B. Cornils, I. Hibbel, P. Ruprecht, R. Dürrfeld, J. Langhöff, Hydrocarbon Processing, Seite 152, Jan. 1981).

Das Gas wird dann in bekannter Weise von den saueren Bestandteilen, wie  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{S}$ , gereinigt (9) und der weiteren Verwendung zugeführt. Als solche Verwendung sind bekannt:

- 5     Reduktionsgas (R) bei der Direktreduktion oder im  
Hochofen und Synthesegas (Sy), wie z. B. zur Oxo-  
synthese, Methanolsynthese oder  $\text{NH}_3$ -Synthese, wobei  
gegebenenfalls eine Konvertierung (10) und eine Gas-  
trennung (11) notwendig ist. Hierbei kann das aus der  
10     Acetylenreinigung (5) anfallende  $\text{CO}/\text{H}_2$ -Gemisch in  
die Aufarbeitungsstufen (10) und (11) vorteilhafter-  
weise miteinbezogen werden und so ebenfalls einer  
geeigneten Verwendung zugeführt werden. Da bereits  
bei der Pyrolyse ein Teil der S-Verbindungen der  
15     Kohle zu  $\text{H}_2\text{S}$  umgesetzt werden, können die entsprechenden  
Gasströme aus der Pyrolyse und der Vergasung einer  
gemeinsamen S-Gewinnungsanlage (12), wie z. B. einer  
Clausanlage, zugeführt werden.

20     Vergleichsbeispiel A

- In einem Lichtbogenofen, der mit einer Leistung von 360 kW  
und der mit  $\text{H}_2$  als Trägergas bei einem Druck von 1 bar  
betrieben wird, wird feingemahlene und getrocknete Kohle  
25     (90 % < 100  $\mu$ ) in einer Menge von 100 kg/h - wasser- und  
aschefrei (waf) gerechnet - und einem nach DIN 51 720 be-  
stimmten Gehalt an Flüchtigen von 30 % waf mittels eines  
 $\text{H}_2$ -Stromes bei einer Beladung von 10 kg/kg Gas in den aus  
diesem Lichtbogenofen austretenden Plasmastrahl, der eine  
30     Energiedichte von 4,0 kWh/ $\text{Nm}^3$  besitzt, eingedüst und in  
einen zylindrischen Reaktor auf eine mittlere Temperatur  
von 2 600 °C, einer Verweilzeit von 13 Millisekunden aufge-  
heizt und pyrolysiert; das Gas-Koksgemisch wird durch  
Eindüsen von Wasser auf 200 °C abgekühlt, und der Koks in  
35     einem Zyklon abgetrennt und das Gas in bekannter Weise  
über Wasser- und Laugewaschen gereinigt.



Die im Anschluß hieran mittels einer Blende und einer Dichtemessung bestimmte Gasmenge beträgt 78,5 kg/h. Damit verbleibt nach Abzug der eingesetzten Gasmengen eine aus der Kohle erzeugte Gasmenge von 60 kg/h.

5     Damit sind 60 % der Kohle bei der Pyrolyse zu flüchtigen Bestandteilen umgesetzt worden, was dem 2,0fachen der "Flüchtigen" entspricht. Die Acetylenausbeute beträgt 27 % und der für die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens wichtige spez. Energiebedarf liegt bei  
10     13,3 kWh/kg  $C_2H_2$ .

Der Koks wird dann in einen ausgemauerten, zylindrischen Reaktor mittels eines Gemisches aus 25 %  $H_2O$  und 75 %  $H_2$  in einer Menge von 60 kg/h, wasser- und aschefrei  
15     gerechnet, bei einer Temperatur von 150 °C am Kopf eingedüst. Gleichzeitig strömt hier in den Reaktor ein Plasmastrahl aus Wasserstoff mit einer Energiedichte von 3,0 kWh/Nm<sup>3</sup>, der ebenfalls in einem Lichtbogenreaktor mit einer Leistung von 300 kW  
20     erzeugt wird. Weiterhin wird am Kopf des Reaktors Wasserdampf zugeführt, so daß, bezogen auf den Kohlenstoffgehalt des Kokes, ein molares O/C-Verhältnis von 1,15 eingehalten wird.

25     Der Reaktor ist so bemessen, daß die durchschnittliche Verweilzeit des Gases 6 sec beträgt. Die Ausgangstemperatur liegt bei 1 300 °C. Ein Teil der Schlacke sammelt sich in flüssiger Form am Boden des Reaktors, während  
30     das Gas seitwärts am Ende des Reaktors abgezogen wird, einen Wärmetauscher durchströmt und dann mittels eines Venturiwäschers auf 30 °C abgekühlt wird. Hierbei wird gleichzeitig der Ruß ausgewaschen, so daß im Abgas kein Kohlenstoff nachgewiesen werden kann. Aus dem ablaufenden Wasser wird eine Probe genommen und der  
35     Gehalt an festem Kohlenstoff bestimmt.

Aus der Wassermenge und dem C-Gehalt läßt sich ein Vergasungsgrad von 70 % errechnen, d. h. der Vergasungsgrad des Koks ist für ein technisch durchführbares Verfahren zu gering.

- 5 Die Ausbeute an Synthese- oder Reduktionsgas ( $\text{CO} + \text{H}_2$ ) beträgt 2,6  $\text{Nm}^3/\text{kg}$  Koks.

#### Beispiel 1

- 10 Der Aufbau der Anlage und der Reaktionsbedingungen entsprechen denjenigen im Vergleichsbeispiel A bis auf die Ausnahme, daß die Verweilzeit in der Pyrolysezone von 13 auf 2 msec reduziert wird. Die Zunahme der Gasmenge beträgt jetzt nur 45 kg, d. h. das 1,5fache der
- 15 Flüchtigen der Kohle.  
Die Acetylenausbeute beträgt jetzt 32 % und der spez. Energiebedarf beträgt 11,3 kWh/kg  $\text{C}_2\text{H}_2$ . Die gleiche Koksmenge, wie im Vergleichsbeispiel A, wird jetzt dem
- 20 2. Reaktor unter gleichen Betriebsbedingungen zugeführt.  
Aus der C-Bestimmung und der Wassermenge ergibt sich jetzt ein Vergasungsgrad des Koks von 97 %, wie er bei
- 25 technischen Verfahren zur Kohlevergasung üblich ist.  
Die Ausbeute an Synthese- oder Reduktionsgas beträgt 3,6  $\text{Nm}^3/\text{kg}$  Koks. Die Gasaufarbeitung in beiden Stufen erfolgt in bekannter Weise.

#### Beispiel 2

- 30 In einem einstufigen Lichtbogenofen von 360 kW, der mit einem Gemisch von 80 %  $\text{H}_2$ , 19 %  $\text{CO}$ , das aus der Vergasungsstufe gewonnen wird und 1 %  $\text{CH}_4$  als Plasmagas bei einer Energiedichte von 2,8 kWh/ $\text{Nm}^3$  und einem Druck von 0,5 bar betrieben wird, wird feingemahlene Kohle mit einem Gehalt
- 35 an Flüchtigen von 25 % in einer Menge von 120 kg/h, wasser- und aschefrei gerechnet, mit einem Gas gleicher Zusammensetzung wie das Plasmagas, eingedüst und bei 2 200 °C pyrolysiert.

Nach einer Verweilzeit von 2 msec wird das Gas mit einem Wasserquench zunächst auf 600 °C und dann mit einem Abhitzekeßel auf 200 °C abgekühlt und Koks und Gas wie im Vergleichsbeispiel A abgetrennt. Die Gasausbeute beträgt 42 %, d. h. das 1,68fache der flüchtigen Bestandteile der Kohle. Die Acetylenausbeute beträgt 27 % bei einem spez. Energiebedarf von 11,1 kWh/kg  $C_2H_2$ .

Die gleichen Koksmengen wie im Vergleichsbeispiel A werden jetzt dem 2. Lichtbogenreaktor unter den gleichen Betriebsbedingungen zugeführt. Aus der C-Bestimmung und der Abwassermenge ergibt sich ein Vergasungsgrad von 92 %; die Ausbeute an Synthesegas beträgt 3,4 Nm<sup>3</sup>/kg. Die Gasaufarbeitung in beiden Stufen erfolgt in bekannter Weise.

### Beispiel 3

Koks, wie er nach Beispiel 1 gewonnen wurde, wird in einer Menge von 60 kg/h mittels eines Gasgemisches gemäß Vergleichsbeispiel A in den Reaktor, ebenfalls Vergleichsbeispiel A, eingeführt. In diesen Reaktor strömt, ebenfalls wie im Vergleichsbeispiel A, ein Plasmastrahl, der in einem Lichtbogenreaktor mit einer Leistung von 300 kW aus einem Gasgemisch, bestehend aus 60 Vol.-%  $H_2$ , 25 Vol.-%  $H_2O$ , 10 Vol.-%  $CO_2$  und 5 Vol.-% CO erzeugt wird. Die Energiedichte beträgt 3,2 kWh/Nm<sup>3</sup> Gasgemisch. Zusätzlich wird, wie im Vergleichsbeispiel A, Wasserdampf zugeführt, so daß das gesamte Verhältnis O/C 1,2 beträgt. Die Verweilzeit des Gases beträgt 5 sec und die Ausgangstemperatur 1 350 °C. Die übrigen Bedingungen und die Gasaufarbeitung wird wie im Vergleichsbeispiel A durchgeführt. Es wird ein Vergasungsgrad von 95 % erreicht, was einer Ausbeute an Synthese- oder Reduktionsgas von 3,5 Nm<sup>3</sup>/kg Koks entspricht.

0133982

- 1 -

O.Z. 3932

## Patentansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung von Acetylen und Synthese-  
oder Reduktionsgas aus Kohle mittels eines Licht-  
5 bogen- oder Plasmaverfahrens,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß man pulverförmig aufbereitete Kohle in einem  
ersten Lichtbogenreaktor bei einer Energiedichte  
von 1 bis 5 kWh/Nm<sup>3</sup>, einer Verweilzeit von 0,5 bis  
10 msec und Temperaturen von mindestens 1 500 °C  
so pyrolysiert, daß die aus der Kohle gewonnenen,  
gasförmigen Verbindungen das 1,8fache der sogenannten  
"Flüchtigen" der Kohle nicht übersteigen,  
man den nach dem Quenchen zurückbleibenden Koks dann  
15 einem zweiten Lichtbogenreaktor zuführt, in dem man  
den Koks mittels eines Vergasungsmittels und Aufheizen  
in einem Lichtbogen- oder Plasmaverfahren bei einer  
Verweilzeit von 1 bis 15 sec und einer Temperatur  
von mindestens 800 °C zu Synthese- oder Reduktions-  
20 gas umsetzt und die in der Pyrolyse- und Vergasungs-  
stufe erhaltenen Gase in bekannter Weise aufarbeitet,  
indem der Gasstrom aus der Pyrolysezone gereinigt  
und aus diesem das Acetylen durch selektive Lösungs-  
mittel gewonnen wird und das Gas aus der Vergasungs-  
25 stufe gegebenenfalls nach Abkühlung gereinigt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
30 daß man die mittlere Temperatur in der Pyrolysezone  
von 1 500 bis 3 000 °C und/oder in der Vergasungszone  
von 800 bis 1 700 °C hält.
3. Verfahren nach Anspruch 1,  
35 dadurch gekennzeichnet,  
daß man das CO/H<sub>2</sub>-haltige Abgas aus der Pyrolysestufe

nach Abtrennung des Acetylens in der Aufarbeitung des Abgases aus der Vergasungsstufe einsetzt.

4. Verfahren nach Anspruch 1,  
5 dadurch gekennzeichnet,  
daß man die  $H_2S$ -haltigen Gasströme aus beiden Gasreinigungsstufen gemeinsam zu Schwefel auf-  
arbeitet.
- 10 5. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß man den in der Pyrolysezone bzw. in der ersten Gasreinigungsstufe im Gemisch mit anderen Gasen anfallenden Schwefelkohlenstoff der Ver-  
15 gasungszone zuführt.
6. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, ,  
daß man als Plasmagas in den zweiten Lichtbogen-  
20 reaktor teilweise oder ganz ein Vergasungsmittel, wie Wasserdampf, Kohlendioxid oder Gemische aus beiden einsetzt.
7. Verfahren nach Anspruch 1 und Anspruch 6,  
25 dadurch gekennzeichnet,  
daß man den Wasserdampf, der als Vergasungsmittel benötigt wird, aus einem der Wärmetauscher aus den Abkühlungsstufen gewinnt.
- 30 8. Verfahren nach Anspruch 1 und Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß man als Vergasungsmittel in den Gasreinigungs-  
stufen anfallendes Kohlendioxid ganz oder teilweise einsetzt.

7

0133982

